

KARAKTERISTIK DAN POTENSI BATUAN MENGANDUNG ZEOLIT DI DAERAH BANTENGWARENG, KECAMATAN GEDANGSARI, KABUPATEN GUNUNGKIDUL

Selvi Yuminti*

Zeolit alam merupakan senyawa alumina silikat terhidrasi yang secara fisik dan kimia mempunyai kemampuan antara lain sebagai bahan penyerap (adsorpsi) dan penukar kation (Suhala dan Muhammad Afrin, 1997).

Penelitian-penelitian mengenai zeolit telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Misalnya peneltain mengenai karakteristik dan pemanfaatan zeolit Trembono kecamatan Gedangsari, kabupaten Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta (Widiasmoro et al., 1999). Batuzeolit yang berselang-seling dengan tufa zeolitik, tufa gelas kristal dan tufa gelas di daerah Trembono kecamatan Gedangsari, kabupaten Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan penyusun utama bagian bawah formasi Kebobutak (Widiasmoro et al., 1999). Batuzeolit tersebut terutama tersusun oleh mineral dan meniraloit yang terdiri dari zeolit (85%), plagioklas (10%), dan gelas vulkanik (5%). Dari hasil analisis kimia unsur utama, difraksi sinar X dan *Scanning Electron Microscopy*, ternyata mineral zeolit (dalam % berat) terdiri dari mordenit (64%),

dan klinoptilolit (23%), plagioklas (8%), dan gelas vulkanik muncul sebagai kuarsa (5%). Zeolit di Trembono ini merupakan hasil alterasi gelas vulkanik dan plagioklas di dalam tufa gelas dasitik, yang berlangsung di lingkungan laut dalam (Widiasmoro et al., 1999). Studi tentang zeolit di daerah Trembono menunjukkan bahwa tipe zeolitnya adalah mordenit dan klinoptilolit yang berjumlah 87% (persentase volume), yang terdapat di dalam batuzeolit. Kapasitas pertukaran kation lolos 100 mesh setelah dipanaskan pada suhu 300° C selama 2 jam adalah 226,30 Na₂O/100 gr zeolit (Widiasmoro et al., 1999).

Jurusan Teknik Geologi FT UGM bekerjasama dengan Dinas Pertambangan Daerah Istimewa Yogyakarta telah melakukan pekerjaan pembuatan profil zeolit di desa Sampang, kecamatan Gedangsari, kabupaten Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta (Widiasmoro dan Djoko Wintolo, 2000). Zeolit di Sampang dijumpai pada lapisan tufa zeolitik yang merupakan penyusun Formasi Semilir dengan arah penyebaran barat laut – tenggara. Tufa zeolitik tersebut

* Mahasiswa Teknik Geologi UGM

terutama tersusun oleh mineral zeolit (klinoptilotit: 22,56%), plagioklas (23,96%), kuarsa (20,11%), klorit (24,21%), dan hematit (5,68%) (Widiasmoro dan Djoko Wintolo, 2000).

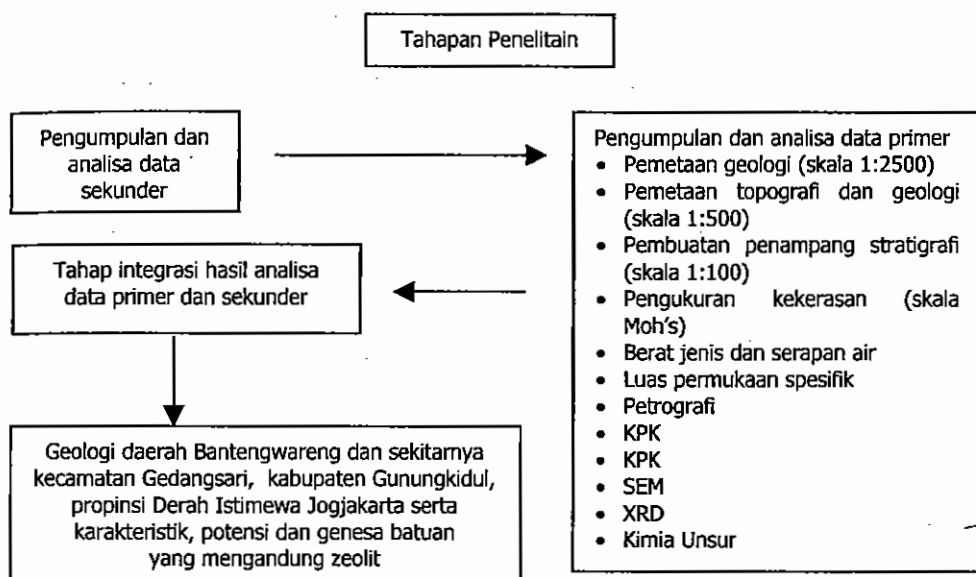
Zeolit yang terdapat di daerah Trembono digunakan sebagai penjernih minyak kelapa sawit dengan kualitas mencapai tingkat kejernihan yang setara dengan minyak Bimoli biasa (Widiasmoro

et al., 1999).

Sedangkan zeolit di daerah Sampang dapat digunakan untuk pupuk kandang dan tepung tufa zeolitik (Widiasmoro dan Djoko Wintolo, 2000).

Penelitian ini bertujuan mengetahui karakteristik dan potensi batuan yang mengandung zeolit ini untuk kemudian dimanfaatkan sesuai spesifikasi.

Sistematika Penelitian



Hasil dan Pembahasan

Geomorfologi

Suatu geomorfologi daerah penelitian didasarkan pada kenampakan bentang alam di lapangan, sehingga dapat dikelompokkan menjadi 2 satuan geomorfologi,

yaitu:

1. Satuan perbukitan vulkanis

Satuan ini memiliki pelamparan yang luas dan menempati Selatan daerah penelitian dengan relief 5^0 - 13^0 serta beda tinggi 175 m.

2. Satuan dataran aluvial

Satuan ini menempati bagian utara daerah penelitian yang memiliki relief sangat rendah atau hampir datar. Satuan ini berupa dataran dengan relief $0^{\circ} - 4^{\circ}$. Bda tinggi satuan ini sekitar 25 m.

Stratigrafi

1. Peta geologi skala 1: 25000

Secara stratigrafi daerah penelitian dibagi atas dua satuan, yaitu batupasir vulkanik-batuanau dan satuan lempung pasiran-lempung hitam.

1. Satuan batupasir vulkanik-batuanau

Satuan ini menempati bagian selatan sampai tengah daerah penelitian. Kenampakan lapangan satuan ini berupa perselang-selingan antara batupasir vulkanik dan batunau dengan kemiringan perlapisan relatif ke tenggara. Secara stratigrafi batuan yang mengandung zeolit di daerah Bantengwareng berumur lebih tua dari batuzeolit daerah Termbono.

Secara megaskopis batupasir vulkanik berwarna abu-abu jika segar dan krem kehijauan jika sudah berubah, berukuran butir pasir kasar – pasir halus, menyerap air, sebagian kalau diusap seperti berlemak. Sedangkan batunau tufan berwarna abu-abu krem sampai putih keabuan, berukuran butir lanau, pecahan konkoidal, me-

nyerap air, sebagian kalau diusap seperti berlemak. Dari sifat megaskopis tersebut, diduga bahwa batupasir vulkanik maupun batunau mengandung zeolit.

Dari data regional Bayat diketahui bahwa Formasi Kebo-Butak kaya akan lapisan-lapisan tufa gelas berwarna hijau, dan di daerah penelitian satuan ini didominasi oleh perselang-selingan antara batupasir vulkanik dan batunau tufan yang mempunyai ciri warna abu-abu-krem kehijauan maka satuan ini dimasukkan sebagai penyusun Formasi Kebo Butak (Widiastomo dan Djoko Wintolo, 2000).

2. Satuan lempung pasiran-lempung hitam

Satuan ini tersebar pada bagian Selatan daerah penelitian, berupa lempung dengan sedikit kandungan lempung dan lempung hitam. Satuan ini menempati satuan bentang alam dataran aluvial. Kenampakan megaskopis lempung pasiran di lapangan berupa lempung yang berwarna krem dan bersifat pasiran, sedangkan lempung hitam berwarna hitam dan banyak dijumpai pada areal persawahan. Satuan ini diendapkan tidak selaras di atas satuan batupasir vulkanik – batunau dan merupakan satuan yang muda di daerah penelitian.

2. Peta geologi skala 1 :500

Secara stratigrafi daerah pemetaan geologi detail dibagi atas dua satuan, yaitu satuan tufa kasar-halus zeolitik dan satuan tufa kasar zeolitik.

1. Satuan tufa kasar-halus zeolitik

Kenampakan lapangan satuan ini berupa perselang-selingan antara tufa kasar zeolitik (berukuran pasir) yang berselingan dengan tufa halus zeolitik (berukuran lempung-lanau) dan dengan kemiringan per-lapisan relatif ke tetangga.

2. Satuan tufa halus zeolitik

Kenampakan lapangan satuan ini berupa tufa kasar zeolitik.

Struktur geologi

Struktur geologi yang dijumpai di daerah penelitian berupa sayap lipatan yang ditunjukkan oleh arah jurus dan kemiringan batuan ke arah tenggara.

Karakteristik batuan mengandung zeolit

Secara umum batuan yang mengandung zeolit di daerah Bantengwareng, kecamatan Gedangsari, kabupaten Gunungkidul berwarna putih krem sampai krem kehijauan, dengan tekstur klastik, berukuran butir pasir sedang – lempung, pecahan konkoidal – subkonkoidal, dan kalau diusap seperti berlemak. Perbandingan pengamatan megaskopis dan hasil uji kekerasan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 1. Pengamatan megaskopis dan uji kekerasan pada contoh batuan yang mengandung zeolit asal Daerah Bantengwareng, Kecamatan Gedangsari, Kabupaten Gunungkidul.

Batuan yang mengandung zeolit	Warna	Ukuran butir	Kekerasan (Skala Mohs)
DT-BWBYT-0402Ta (tufa halus zeolitik)	Putih krem	Lanau-lempung	2,5
DT-BWBYT-0401Atb (tufa halus-kasar zeolitik)	Putih kehijauan	Pasir sedang-lanau	3
DT-BWBYT-0401Aa (tufa halus zeolitik)	Putih Krem	Lanau-lempung	2.5

Hasil pengamatan petrografi memperlihatkan umumnya batuan yang mengandung zeolit mempunyai komposisi seperti zeolit, kuarsa, mineral lempung, feldspar

dan gelas vulkanik. Misalnya pada contoh batuan (DT-BWBYT-0402Ta) memperlihatkan batuan tersusun oleh mineral terdiri dari zeolit (40,2%), kuarsa (1,9%),

mineral opak (0,9%), mineral lempung (13,8%), dan gelas vulkanik (43,2%). Pada contoh batuan (DT-BWBYT-0401Atb) memperlihatkan batuan tersusun oleh mineral terdiri dari zeolit (30,6%), kuarsa (3,5%), mineral opak (3,2%), mineral lempung (10,2%), dan gelas vulkanik (48,8%). Sedangkan dari sayatan petografi pada contoh batuan (DT-BWBYT-0401Aa) memperlihatkan batuan tersusun oleh

mineral terdiri dari zeolit (20,9%), kuarsa (0,6%), mineral opak (0,5%), mineral lempung (25,3%), dan gelas vulkanik (52,7%).

Hasil analisis kimia unsur utama (dalam % berat) pada contoh batuan (DT-BWBYT-0402Ta), (DT-BWBYT-0401Atb), dan (DT-BWBYT-0401Aa) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil analisis kimia unsur utama batuan yang mengandung zeolit asal Daerah Bantengwareng, Kecamatan Gedangdari, Kabupaten Gunungkidul.

Unsur utama	Batuan yang mengandung zeolit		
	DT-BWBYT-0402Ta (% berat)	DT-BWBYT-0401Atb (% berat)	DT-BWBYT-0401Aa (% berat)
SiO ₂	59,22	62,07	60,74
TiO ₂	0,26	0,51	0,01
Al ₂ O ₃	12,26	12,72	12,80
Fe ₂ O ₃	1,89	1,00	1,68
FeO	0,85	0,45	0,76
MnO	0,00	0,00	0,00
MgO	1,20	0,51	0,89
CaO	3,57	3,58	3,36
Na ₂ O	1,16	1,70	1,25
K ₂ O	0,64	0,68	0,69
H ₂ O	7,65	5,65	5,82
HD	11,10	10,64	11,63
H ₂ O ⁺	4,96	5,92	5,76

Keterangan : Fe₂O₃ merupakan Fe total

Hasil analisis X-Ray Diffraction pada contoh batuan dengan kode DT-BWBYT-0402Ta DT-BWBYT-0401Atb dan DT-BWBYT-0402Aa menunjukkan hadirnya mineral zeolit berupa modernit dan klinopilit, serta mineral lempung berupa montmorillonit, dengan tambahan mineral lain berupa feldspar dan kuarsa.

Hasil analisis SEM pada contoh batuan dengan kode DT-BWBYT-0402Ta dengan perbesaran 500X memperlihatkan morfologi yang mencirikan kehadiran gelas vulkanik yang sebagian teralterasi menjadi mineral zeolit dan pada perbesaran 1500X memperlihatkan morfologi yang mengindikasikan kehadiran mineral modernit yang

terlihat berbentuk tingkat dan klinopolit yang berbentuk tabular. Hasil analisis SEM pada conto batuan dengan kode DT-BWBYT-0401Atb dengan perbesaran 500X memperlihatkan morfologi yang mencirikan kehadiran gelas volkanik yang teralterasi menjadi mineral zeolit dan mineral lempung, dan pada perbesaran 1000X memperlihatkan morfologi yang terlihat berbentuk tongkat dan mineral lempung berupa montmorilonit yang terlihat berstruktur seperti sarang lebah (lampiran). Sedangkan hasil analisis SEM pada conto batuan dengan kode DT-BWBYT-0401Aa dengan perbesaran 500X memperlihatkan morfologi yang

mencirikan kehadiran gelas volkanik yang teralterasi menjadi mineral zeolit dan mineral lempung, dan pada perbesaran 8000X memperlihatkan morfologi yang mengindikasikan kehadiran mineral berupa modernit yang terlihat berbentuk tongkat atau jarum dan mineral lempung berupa montmorilonit yang terlihat berstruktur seperti sarang lebah (lampiran).

Dari hasil pengukuran KPK (Kapasitas Pertukaran Kation) pada butiran berukuran 100 mesh dalam keadaan normal dan conto batuan mendapat aktivasi termal sebesar 300 °C selama 2 jam seperti dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengukuran KPK (Kapasitas Pertukaran Kation) pada ukuran butir 325 mesh pada conto batuan yang mengandung zeolit asal Daerah Bantengwareng, Kecamatan Gedangsari, Kabupaten Gunung Kidul.

Batuan yang mengandung zeolit (kode conto batuan)	Nilai KPK (Kapasitas Pertukaran Kation) (mgr.eq.Na ₂ O/100gr sampel) pada ukuran butir -325 mesh
DT-BWBYT-0402Ta	139,88
DT-BWBYT-0401Atb	84,86
DT-BWBYT-0401Atb	78,27

Hasil pengukuran serapan air dan Berat Jenis (BJ) pada conto batuan yang mengandung zeolit asal Daerah Bantengwareng, Keca

matan Gedangsari, Kabupaten Gunung Kidul menunjukkan nilai BJ berkisar? dan sifat serapan air berkisar % (Tabel 5).

Tabel 4. Hasil pengukuran Berat Jenis (BJ) dan serapan air pada conto batuan yang mengandung zeolit asal Daerah Bantengwareng, Kecamatan Gedangsari, Kabupaten Gunung Kidul.

Batuan yang mengandung zeolit (kode conto batuan)	Berat Jenis	Serapan Air
DT-BWBYT-0402Ta	1,62	17,27
DT-BWBYT-0401Atb	1,74	12,92
DT-BWBYT-0401Atb	1,61	17,54

Potensi dan Batuan Mengandung Zeolit

Setelah melihat hasil analisis-analisis yang dilakukan, maka pada daerah penelitian dibagi kelas batuan yang mengandung zeolit berdasarkan nilai kapasitas pertukaran kation yang dipunyai dan kandungan zeolitnya (% berat). Kelas I yaitu pelapisan Ta yang mempunyai nilai KPK sebesar 136,80 (mgr.eq.Na₂O/100gr) dan kandungan zeolit sebesar 34,92%, kelas II yaitu pelapisan Atb yang mempunyai nilai KPK sebesar 85,75 (mgr.eq.Na₂O/100gr) dan kandungan zeolit sebesar 26,83% dan kelas III yaitu pelapisan Aa yang mempunyai nilai KPK sebesar 76,53 (mgr.eq.Na₂O/100gr) dan kandungan zeolit sebesar 19,48%.

Jumlah cadangan terukur

Untuk menghitung cadangan terukur, dibuat peta topografi skala 1:500 dengan metode kompas dan langkah, yang akan menghasilkan polygon tertutup dengan beberapa titik ikat. Peta topografi ini dengan

bantuan program Surfer Versi 7 kemudian digunakan untuk menghitung sumberdaya batuan yang mengandung zeolit.

Volume sumber daya alam dalam m³:

- Volume satuan tufa kasar-halus zeolitik = 14460,682 m³
atau = 14460,682 m³ x 2,68 ton/ m³
= 3874,63 ton.
- Volume satuan tufa kasar zeolitik = 9530,384 m³
atau = 9380,384 m³ x 2,68 ton/ m³
= 25541,4294 ton.
- Volume total sumber daya = 14460,682 m³ + 9530,384 m³
= 23991,066 m³
atau = 23991,066 m³ x 2,68 ton/ m³
= 64296,057 ton.

Dengan demikian jumlah sumberdaya batuan yang mengandung zeolit pada satuan tufa halus- kasar zeolitik dan satuan tufa halus zeolitik adalah 23991,066 m³ atau sama dengan 64296,057 ton.

Pemanfaatan

Penggunaan zeolit paa umumnya didasarkan pada sifat-sifat kimia dan fisika zeolit, seperti

penjerap, penukar kation dan katalis (Suhala dan Muhammad Arifinm 1997).

Berikut ini spesifikasi zeolit di berbagai bidang:

Tabel 5. Spesifikasi zeolit sebagai imbuhan makanan ternak (Suhala dan Muhammad Arifin, 1997).

Analisis Kimia	Spesifikasi
SiO ₂	64,50
TiO ₂	0,32
Al ₂ O ₃	11,95
Fe ₂ O ₃	0,45
MgO	0,13
CaO	1,21
Na ₂ O	4,22

Tabel 6. Spesifikasi zeolit sebagai bahan pemurni oksigen (Suhala dan Muhammad Arifin, 1997).

Uraian	Spesifikasi
Jenis zeolit	modernit (50-55% dalam zeolit)
Ukuran butir	-3 +8 Mesh
Pengaktifan	Pemanasan pada suhu 500-600 °C
Kekerasan	Tinggi

Tabel 7. Spesifikasi zeolit sebagai bahan pemurni oksigen (Suhala dan Muhammad Arifin, 1997).

Jenis Limbah	Spesifikasi
Limbah radioaktif Jenis radioaktif Bahan yang diserap Ukuran butir	Klinoptiolit Cesium dan strontium 20-50 mesh
Limbah Rumah Tangga Jenis zeolit Bahan yang diserap Ukuran butir	Klinoptiolit NH ₄ (ammonium) dan logam berat 20-50 mesh
Limbah Peternakan Jenis zeolit Bahan yang diserap Ukuran butir	Klinoptiolit NH ₄ (ammonium) 100 mesh

Dari karakteristik batuan yang mengandung zeolit di daerah Bantengwareng ini kemudian dibandingkan dengan spesifikasi pemanfaatan, maka batuan yang mengandung zeolit ini dapat dimanfaatkan sebagai imbuhan makanan ternak, bahan pemurnian oksigen dan bahan pengontrol polusi.

Kesimpulan

Penelitian mengenai karakteristik dan potensi batuan yang mengandung zeolit di Daerah Bantengwareng, Kecamatan Gedangsari, Kabupaten Gunung Kidul mengambil kesimpulan sebagai bahan berikut:

- Batuan yang mengandung zeolit ini termasuk sebagai litologi penyusun Formasi Kebo-Butak. Mineral zeolit yang dikandungnya berupa modernit dan klinopolit serta mineral lempung berupa montmorilonit yang keduanya merupakan hasil alterasi dari gelas vulkanik. Mineral lain yang terkandung berupa feldspar, kuarsa, dan gelas vulkanik. Sedangkan karakteristik fisik yang lin dari batuan tersebut berupa kekerasan berkisar 2,5-3 (skala Mohs), serapan air 12,92 - 17,54%, dan berat jenis sebesar 1,61 - 1,74% gr/cm³. Kapasitas Pertukaran Kation dari batuan yang mengandung zeolit dalam keadaan normal sebesar 139,88 - 78,27 (meq/100g), sedangkan yang sudah diaktifasi termal sebesar 143,50 - 82,06 (Meq/100g).

- Total jumlah sumberdaya batuan yang mengandung zeolit adalah 23991,066 m³ atau sama dengan 64296,057 ton dan statusnya sebagai sumberdaya mineral terukur.

Referensi

- C. Prasetyadi, Harsolumakso, Agus H, Benyamin Sapiie, dan Jatmika Setiawan, 2002, *Tectonic Significance of Pre-Tertiary of Jiwo Hill, Bayat dan Luk Ulo, Karangsambung Areas in Central Java: A Comparative Review*, Proceeding: The 31st Annual Convention of Indonesian Association of Geologists, Volume II, 680-700 h.
- Hidartan dan Handayana, A., 1994, *Pemetaan Geomorfologi Sistimatis Untuk Studi Geologi, Makalah Ikatan Ahli Geologi Indonesia*, Pertemuan Ilmiah Tahunan ke 23, Yogyakarta, 20 h.
- Nocklods, S.R., Konox, R.W.O'B., dan Chinner, G.A., 1978, *Petrology For Students*, Cambridge University Press, London, 435 h.
- Scientific Instrument Plant, *Introduction to X-Ray Diffraction Diffractometry*, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan.
- Soejono, M., 1999, *Aplikasi Zeolit di Bidang Pertanian dan Peternakan*, makalah disampaikan pada Seminar dan Pembentukan IZI Cabang Yogyakarta dan Sekitarnya di Yogyakarta.

- Soeria-Atmadha, R., Maury, R.C., Bellon, H., Pringgopawiro, H., Polve, M., dan Priadi B., 1991, *The Tertiary Magmatic Belts in Java, The Proceeding of the Solver Jubilee Symposium On the Dynamic of Subduction and Its Products*, research and development Center For Geotechnology - LIPI Yogyakarta, h.98-121.
- Suhala, S., dan M. Arifin, 1997, *Zeolit*, dalam Suhala, S., dan Arifin M., (penyunting), *Bahan Galian Industri*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral, Bandung 366 h.
- Surono, Toha, B., Ign. Sudarno, dan Wiryosujono, 1992, *Geologi Lembar Surakarta-Giritomo, Jawa, Skala 1:100.000*, Departemen Pertambangan dan Energi, Direktorat Jendral Geologi dan Sumberdaya Mineral, Pusat Pengembangan Geologi, Bandung.
- Sutikno Bronto, S. Pambudi, Gendut Hartono, dan D. Purwanto, 2002, *The Genesis Volcanic Sandstone Associated with Basaltic Pillow Lavas : A Case Study at the Jiwo Hills, Bayat Area (Klaten - Central Java)*, Procceding: The 31st Annual Convention of Indonesian Association of Geologists, Volume II, 788-805 h.
- Tjokrodinuljo, K, 1996, *Teknologi Beton*, Penerbit Nafiri, Yogyakarta, 131 hal.
- Toha, B., dan Staff Jurusan Teknik Geologi FT UGM., 1994, *Geologi Daerah Pegunungan selatan: Suatu Kontribusi*, dalam Sriyono, Heru Hendrayana, W Rahardjo, dan Sugeng Wiyono (editor), *Proceeding Geologi dan Geoteknik P. Jawa, Sejak Akhir Mesozoik Hingga Kuartar*, Peringatan 10 Tahun Kampus Lapangan Geologi "Prof. R. Soeroso Notohadiprawiro" Bayak Klaten, diselenggarakan oleh Jurusan Teknik Geologi, FT. UGM, Yogyakarta, 17 h.
- Van Bemmelen, R.W., 1949, *The Geology of Indonesia*, Vol IA, Martinus Nijhoff, The Hague, Netherlands, 732 h.
- Widiasmoro, P. Sumardi, dan Suhadijono, 1999, *Pemanfaatan Zeolit Trembono Kecamatan Gedangsari Kabupaten Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta Sebagai Bahan Baku Penjernih Minyak Kelapa Sawit*, Makalah Untuk Seminar Zeolit di Yogyakarta, 16 Oktober 1999, 21 h.
- Widiasmoro dan Djoko Wintolo, 2000, *Pekerjaan Pembuatan Profil Zeolit di Desa Sampang, Kabupaten Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta Sebagai Bahan Penjernih Minyak Kelapa Sawit*, Dinas Pertambangan Daerah Istimewa Yogyakarta-Jurusan Teknik Geologi FT UGM, 59 h.

Widiasmoro, 2000, *Batuseolit dan Tufa Zeolitik Merupakan Tipe Bahan Galian Industri Masa Depan*, disampaikan dalam pidato pengukuhan pada jabatan Lektor Kepala Madya dalam Ilmu Petrologi di Fakultas Teknik UGM, 11 h.

Williams, H, Turner, F.J., dan Geilbert, C.M., 1982, *Petrography An Introduction to The Study of Rocks in Thin Sections*, W.H. Freeman dan Company, New York, 626 hal.